



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑤① Int. Cl. 5:  
**F 02 D 41/14**  
F 02 D 41/26

⑧⑦ EP 0 286 103 B1 *additionally enclosed (Original in english language)*  
⑩ **DE 38 72 421 T 2**

②①	Deutsches Aktenzeichen:	38 72 421.9
⑧⑥	Europäisches Aktenzeichen:	88 105 570.1
⑧⑥	Europäischer Anmeldetag:	7. 4. 88
⑧⑦	Erstveröffentlichung durch das EPA:	12. 10. 88
⑧⑦	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	1. 7. 92
④⑦	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	3. 12. 92

DE 38 72 421 T 2

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
08.04.87 JP 84743/87

⑦③ Patentinhaber:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:  
Strehl, P., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.;  
Schübel-Hopf, U., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Groening,  
H., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:  
DE, GB

⑦② Erfinder:  
Onari, Mikihiro, Kokubunji-shi, JP; Sekozawa,  
Teruji, Kawasaki-shi, JP; Funabashi, Motohisa,  
Sagamihara-shi, JP

⑤④ Steuersystem für kategorisierte Motorzustände.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 38 72 421 T 2

286 103

#### Hintergrund der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Steuerungssystem, das dazu geeignet ist, ein Computerprogramm in einer Steuereinheit für  
05 einen Fahrzeugmotor an den Motor, das Chassis und die Fahrumgebung anzupassen und um adaptive Korrektur dieser Größen abhängig von Änderungen in der Umgebung des Fahrzeugs vorzunehmen. Spezieller betrifft sie ein adaptives Steuerungssystem, das in geeigneter Weise dazu in der Lage ist, den Motor  
10 bei verschiedenen Steuerzuständen und bei Übergängen zwischen den Steuerzuständen zu steuern.

Die einzige Funktion eines herkömmlichen Programms in Motorsteuerungssystemen bestand, wie in "Systems and Control",  
15 Vol. 24, Nr. 5, S. 306 bis 312 beschrieben, darin, eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung und eine Zündzeitpunkt-Steuereinrichtung periodisch mit den Ergebnissen von Berechnungen zu versorgen, die auf neue Beobachtungsdaten gestützt sind. In diesen Systemen war die Steuerung der Leerlaufdreh-  
20 zahl das einzige unabhängige Funktionsprogramm.

Diese bekannten Steuerungssysteme basieren auf Beobachtungswerten zu jeweiligen Zeitpunkten, um einen Fahrzeugmotor zu steuern, jedoch beinhalten sie keine Einrichtungen, um Mo-

torsteuerzustände im zeitlichen Ablauf auszuwerten, und keine Einrichtungen, um die Motorzustände bei der Fahrt zu kategorisieren. Im Ergebnis bestehen Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der Steuerbarkeit und demgemäß mit der Fahrqualität oder der Fahrbarkeit bei einem Übergang z. B. von Beschleunigung auf Verzögerung. Ebenso beansprucht es viel Zeit, ein Steuerprogramm, das für ein vorgegebenes Motorsteuermodell entwickelt wurde, an den Motor in einem Fahrzeug anzupassen.

10

EP-A-0 145 992 offenbart ein lernendes Steuerungssystem mit den im ersten Teil von Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Dieses System klassifiziert Bereiche für den Motorbetrieb, jedoch wird der jeweilige aktuelle Zustand nur abhängig davon gekennzeichnet, ob er sich auf das Verhalten des Fahrers hin geändert hat. Ausgangswerte des Motorzustandes werden gemessen, die zugehörigen Signale werden abhängig vom klassifizierten Betriebsbereich verarbeitet, und Rückkopplungssignale werden erstellt, um den Motorbetrieb zu beeinflussen.

Andere Steuerungssysteme, die ebenfalls mit Rückkopplung arbeiten, sind in JP-A-57-126534 und in GB-A-2 162 897 beschrieben. Ein Umschalten zwischen Tabellen von Steuerwerten ist dahingehend beschrieben, daß es auf Grundlage einer zeitabhängigen Funktion der verschiedenen Steuerwerte der verschiedenen Tabellen erfolgt.

#### Zusammenfassung der Erfindung

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Steuerungssystem anzugeben, das komfortables Fahren bei allen Steuerzuständen eines elektronisch gesteuerten Motors erlaubt und das dazu in der Lage ist, die Steuerung bei jedem Motorsteuerungszustand zu verbessern, insbesondere bei Übergängen

35

zwischen Motorsteuerungszuständen für ein beliebiges Fahrzeug, abhängig von der Fahrumgebung und/oder dem Fahrer.

Diese Aufgabe wird durch das adaptive Steuerungssystem gelöst, wie es in Anspruch 1 gekennzeichnet ist.

Beim erfindungsgemäßen Steuerungssystem wird der aktuelle Motorzustand nicht nur auf Grundlage von Signalen gekennzeichnet, die von Meßwertgebern ausgegeben werden, die den aktuellen Betriebszustand des Motors ermitteln, sondern auch auf Grundlage der Signale von Fahr-Meßwertgebern, die den Fahrbetrieb auf Grundlage der Absicht des Fahrers ermitteln, d. h. durch den beabsichtigten Fahrbetrieb, bevor der tatsächliche Betriebszustand des Motors durch ein Verhalten des Fahrers beeinflußt wird. Dadurch kann eine glatte Steuerung beim Übergang zwischen einem aktuellen Motorsteuerungszustand und dem nächsten, vom Fahrer beabsichtigten Zustand erfolgen.

## 20 Kurze Beschreibung der Figuren

Fig. 1 ist ein Diagramm, das den Aufbau eines Motorsystems mit einem erfindungsgemäßen Steuerungssystem zum Erkennen eines Zustandes zeigt.

25

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das detailliert den funktionellen Aufbau des Motorsteuerungssystems von Fig. 1 zeigt.

Fig. 3 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen Fahrzeugzuständen und Verfahren der Motorsteuerung abhängig von der Absicht eines Fahrers zeigt.

Fig. 4 ist ein Diagramm zum Veranschaulichen von Übergängen zwischen Motorsteuerungszuständen.

35

Fig. 5 ist ein Flußdiagramm für einen Ablauf zum Erzielen der Funktion eines Zustandskennzeichners 4, wie er in Fig. 2 dargestellt ist.

05 Fig. 6 ist ein Flußdiagramm zum Erzielen der Funktion eines Vorgeschichtskennzeichners, wie er in Fig. 2 dargestellt ist.

Fig. 7 ist ein Flußdiagramm für einen Entscheidungsfun-  
10 tionsabschnitt 6 in Fig. 2 für einen Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor.

Fig. 8 ist ein Flußdiagramm für einen Steuerungsfunktions-  
abschnitt 8 für das Luft/Kraftstoff-Verhältnis für einen Be-  
15 schleunigungs-Steuerungsfunktionsabschnitt 9, für einen Verzöge-  
rungs-Steuerungsfunktionsabschnitt 10, für einen Leerlaufdreh-  
zahl-Steuerungsfunktionsabschnitt 11 und für einen Ausgangsfunk-  
tionsabschnitt 12 in Fig. 2.

20 Fig. 9 ist ein Flußdiagramm für einen Aktualisierungsfunk-  
tionsabschnitt 14 in Fig. 2 für einen Mischungsverhältnis-  
Adaptionskoeffizienten.

#### Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

25

Das erfindungsgemäße elektronische Motorsteuerungssystem wird nun anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispieles beschrieben, wie es in den Zeichnungen dargestellt ist.

30 Die Motorsteuerzustände sind in vier Typen klassifiziert, nämlich (1) L/K(Luft/Kraftstoff)-Steuerung, (2) Beschleunigungssteuerung, (3) Verzögerungssteuerung und (4) Leerlaufdrehzahlsteuerung. Zwischen diesen vier Zuständen mögliche Übergänge sind durch Kreuze in der in der folgenden Tabelle  
35 dargestellten Übergangsmatrix gekennzeichnet.

	Anfangs- zustand anschl.	L/F- Steuerung	Beschleunig.- Steuerung	Verzög.-s Steuerung	Leerlauf- drehzahl-St.
05 Zustand					
L/K-St.			x	x	-
Beschl.St.		x		x	-
Verzög.St.		x	x		x
Leerlauf-		-	x	-	
10 drehz.St.					

Auf Grundlage des Fahrpedalwinkels, des Bremspedalwinkels, der Motordrehzahl und der Fahrzeugdrehzahl (Fahrzeugbetriebsbedingungen) sowie des Ein/Aus-Zustandes des Drehmo-  
 15 mentübertragungsmechanismus unterscheidet der Computer vier Steuerzustände des Motors und führt Steuerung für jeden Zustand aus. Als Ergebnis der Steuerung wird das Luft/Kraftstoff-Verhältnis durch einen Abgassensor gemessen, und das Meßergebnis wird mit einem Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnis  
 20 für jeden Zustand ausgewertet (das Mischungsverhältnis von Kraftstoff zu Luft wird bei der Berechnung statt des Luft/Kraft-Verhältnisses verwendet. Wenn der Unterschied zwischen dem Meßwert und dem Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnis be-  
 25 trächtlich ist, wird der Kompensationsfaktor für das Mischungsverhältnis für jeden Steuerzustand adaptiv korrigiert und aktualisiert.

Um die Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktoren beim Übergang von einem Motorsteuerungszustand zu einem anderen umzu-  
 30 schalten, wird ein Verfahren für jeden besonderen Übergang verwendet, während die betroffenen Parameter adaptiv korrigiert und aktualisiert werden.

Fig. 3 zeigt die wie vorstehend unterschiedenen und katego-  
 35 risierten Motorbetriebszustände. Diese Motorbetriebszustände

können durch die zugehörigen Motorsteuerungsverfahren repräsentiert werden.

Die Fahrzeugbetriebszustände werden grob in Ruhe- und Fahrt-  
05 Betriebszustände unterteilt. Die Absicht des Fahrers wird  
auf Grundlage von sechs verschiedenen Betätigungen durch den  
Fahrer erkannt, wozu das Ein- oder Auskuppeln des Drehmo-  
mentübertragungsmechanismus, das Betätigen des Bremspedals,  
das Nichtbetätigen des Bremspedals und des Fahrpedals, das  
10 Betätigen des Fahrpedals, das betätigte Fahrpedal in Ruhe-  
stellung sowie das zurückgenommene Fahrpedal gehören.

Wenn der Drehmomentübertragungsmechanismus aktiv (eingekup-  
pelt ist) und das Fahrpedal betätigt wird, wird eine Motor-  
15 steuerung für Beschleunigungserfordernisse ausgeführt. Wenn  
das Fahrzeug fährt und das Fahrpedal losgelassen und das  
Bremspedal betätigt wird, wird Verzögerungssteuerung ausge-  
führt. Wenn hierbei das Fahrpedal losgelassen wird und die  
Motordrehzahl außerordentlich hoch ist, wird eine Kraft-  
20 stoffabschaltungssteuerung ausgeführt. Um zwischen der Ver-  
zögerungssteuerung und der Kraftstoffabschaltungssteuerung  
zu unterscheiden, wird die Motordrehzahl als zusätzlicher  
Parameter ermittelt.

25 Wenn im Fahrbetrieb das Fahrzeug weder beschleunigt noch  
verzögert wird, wird Regelung des Luft/Kraftstoff-Verhält-  
nisses ausgeführt, um es auf einem gewünschten Wert zu hal-  
ten.

30 Das Betätigen und das Loslassen des Bremspedals kann durch  
ein Signal  $\theta_{br}$  von einem Bremspedalwinkeldetektor 35 ermit-  
telt werden.

Wenn der Drehmomentübertragungsmechanismus ausgeschaltet  
35 ist, wird eine Leerlaufdrehzahlsteuerung aktiv, um die Leer-

laufdrehzahl so zu regeln, daß sie auf einem gewünschten Wert bleibt. Wenn hierbei das Fahrpedal betätigt wird, wird auf die vorstehend genannte Regelung für Luft/Kraftstoff-Einstellung umgeschaltet, obwohl der Motor dann sehr hoch  
05 dreht.

Das Verfahren zum Unterscheiden und Klassifizieren der Betriebszustände des Fahrzeugs und der Absichten des Fahrers, um das richtige Motorsteuerungsverfahren (Betriebszustand)  
10 auszuwählen, ist gut dazu geeignet, zunehmend verschiedene Anforderungen an den Benutzer des Fahrzeugs und die Einführungen neuer Techniken zum Erfüllen der Anforderungen zu behandeln. Für den Konstruktions- und Entwicklungsingenieur, wie auch für Personen, die Motorsteuerungsverfahren an ein  
15 aktuelles Fahrzeug anpassen (Einstellung der Parameter) bedeutet dies einen Vorteil dahingehend, daß nur das Motorsteuerungsverfahren für die erforderliche Kategorie verstanden werden muß. Auf diese Weise erfordert ein Modifizieren des Computerprogramms nur ein Modifizieren einiger Module  
20 usw.

Fig. 1 zeigt schematisch ein typisches Beispiel für ein erfindungsgemäßes elektronisches Motorsteuerungssystem. Luft, die durch ein Luftfilter 22 angesaugt wird, wird durch einen  
25 Luftflußmesser geschickt, um die fließende Menge zu messen. Der Luftflußmesser 24 gibt ein Ausgangssignal  $G_a$  aus, das einer Steuerschaltung 15 die Luftflußmenge anzeigt.

Die durch den Luftflußmesser 24 strömende Luft wird weiter  
30 durch eine Drosselklappenkammer 28, einen Ansaugstutzen 36 und ein Einlaßventil 42 in die Verbrennungskammer 44 eines Motors 1 geleitet. Die von der Verbrennungskammer 44 angesaugte Luftmenge wird dadurch gesteuert, daß der Öffnungsgrad einer Drosselklappe 30 verändert wird, die in der Drosselklappenkammer 28 vorhanden ist. Der Öffnungszustand der  
35



Drosselklappe 30 wird dadurch ermittelt, daß die Klappenstellung der Drosselklappe 30 durch einen Drosselklappenpositionsdetektor 34 festgestellt wird. Vom Drosselklappenpositionsdetektor 34 wird ein Signal  $\theta_{th}$ , das die Drosselklappenposition der Drosselklappe 30 anzeigt, an die Steuerung 15 gegeben. Die Position eines Fahrpedals 32 wird entsprechend dessen Betätigung (Winkel) von einem Fahrpedalpositionssensor 33 ermittelt, der ein Signal  $\theta_{ac}$  für den Betätigungswinkel des Pedals 32 an die Steuerung 15 gibt.

Die Öffnung der Drosselklappe 30 wird durch das Fahrpedal 32 eingestellt.

15 Die Drosselklappenkammer 28 ist mit einer Umgehungsleitung 52 für Leerlaufbetrieb des Motors und mit einer Leerlaufeinstellschraube 54 zum Einstellen der Luftflußmenge durch die Umgehungsleitung 52 versehen. Wenn die Drosselklappe 30 vollständig geschlossen ist, läuft der Motor im Leerlauf. Die über  
20 den Luftflußmesser 24 angesaugte Luft fließt über die Umgehungsleitung 52 und wird von der Verbrennungskammer 44 angesaugt. Die im Leerlauf angesaugte Luftmenge wird durch Einstellen der Leerlaufeinstellschraube 54 verändert. Die in der Verbrennungskammer 44 umgesetzte Energie wird im wesentlichen abhängig von der durch die Umgehungsleitung 52 angesaugten Luftmenge bestimmt, so daß die Drehzahl des Motors im Leerlauf durch Einstellen der in die Verbrennungskammer 44 gesaugten Luft optimiert werden kann, was durch Einstellen der Leerlaufschraube 54 erfolgt.

30

Die Drosselklappenkammer 28 ist auch mit einer anderen Umgehungsleitung 56 und einem Lufteinsteller 58 einschließlich eines Leerlaufdrehzahlsteuerventils (ISCV) versehen. Der Lufteinsteller 58 steuert die Luftflußrate durch die Umgehungsleitung 56 abhängig vom Ausgangssignal  $N_{IDL}$  der Steuer-

35

schaltung 15, um die Drehzahl des Motors während des Warmlaufens einzustellen und um Luft in geeigneter Weise bei einer plötzlichen Änderung in die Verbrennungskammer zu führen, besonders dann, wenn die Position der Drosselklappe 30 plötzlich schließend verändert wird. Der Lufteinsteller 58 kann auch die Luftflußmenge während des Leerlaufbetriebs verändern. Vom Kraftstofftank 70 kommender Kraftstoff wird über eine Kraftstoffleitung 60 unter Druck einer Kraftstoffeinspritzdüse 76 zugeführt. Ein Ausgangssignal INJ der Steuerung 15 bewirkt, daß die Kraftstoffeinspritzdüse 76 Kraftstoff in den Ansaugstutzen 36 einspritzt. Die Einspritzdüse 76 gehört mit anderen elektronischen Einrichtungen zu einer Kraftstoffeinspritzsteuereinrichtung 2.

15 Die Menge des durch die Kraftstoffeinspritzdüse 76 eingespritzten Kraftstoffs wird durch die Zeitspanne bestimmt, für die die Kraftstoffeinspritzdüse 76 geöffnet ist, und durch die Differenz zwischen dem Druck, mit dem Kraftstoff der Einspritzdüse zugeführt wird, und dem Druck im Saugstutzen 36, in den der Kraftstoff unter Druck eingespritzt wird. Vorzugsweise sollte die Menge des eingespritzten Kraftstoffes jedoch nur von der Zeitdauer abhängen, während der die Einspritzdüse geöffnet ist, welche Zeit von einem Signal bestimmt wird, die von der Steuerschaltung 15 zugeführt wird. Demgemäß wird der Druck von Kraftstoff, wie er durch einen (nicht dargestellten) Kraftstoffdruckeinsteller an die Kraftstoffeinspritzdüse 76 geliefert wird, in solcher Weise eingestellt, daß die Differenz zwischen dem Druck des der Kraftstoffeinspritzdüse 76 zugeführten Kraftstoffs und dem Druck im Saugstutzen 36 für jeden Fahrbetriebszustand immer konstant gehalten wird.

Wie vorstehend beschrieben, wird Kraftstoff durch die Kraftstoffeinspritzdüse 76 eingespritzt, das Einlaßventil 42 wird synchron mit der Bewegung eines Kolbens 85 geöffnet, und ein

gasförmiges Gemisch von Luft und Kraftstoff wird in die Verbrennungskammer 44 gesaugt.

Das Gemisch wird komprimiert und durch einen von einer Zündkerze 46 erzeugten Funken gezündet, wodurch die durch die Verbrennung der Mischung freigesetzte Energie in mechanische Energie umgewandelt wird.

Das als Ergebnis der Verbrennung des Gemisches erzeugte Abgas wird über ein (nicht dargestelltes) Auslaßventil, ein Abgasrohr 86, einen Katalysator 92 und einen Auspuff 96 in die Luft ausgeblasen.

Ein  $\lambda_A$ -Sensor 90 ist im Abgasrohr 86 vorhanden, um das Kraftstoff/Luft-Mischungsverhältnis des in die Verbrennungskammer 44 gesaugten Gemischs festzustellen. In der Regel wird ein Sauerstoffsensor ( $O_2$ -Sensor) als  $\lambda_A$ -Sensor 90 verwendet, der die Konzentration von Sauerstoff im Abgas ermittelt, um ein Spannungssignal abhängig von der Konzentration des Sauerstoffs im Abgas zu erzeugen. Das Ausgangssignal vom  $\lambda_A$ -Sensor 90 wird der Steuerschaltung 15 zugeführt.

Die Steuerschaltung 15 weist einen Spannungsversorgungsanschluß 98 für eine negative Spannung und einen Spannungsversorgungsanschluß 99 für positive Spannung auf. Diese sind mit einer (nicht dargestellten) Ausgangsschaltung 12 in der Steuerschaltung 15 verbunden.

Wenn die Steuerschaltung 15 das Signal IGN erzeugt, damit die Zündkerze einen Funken erzeugt, wird dieses Signal an die Ausgangsschaltung 12 gegeben, um dafür zu sorgen, daß eine Spannung IGN an die Primärwicklung einer Zündspule 50 gelegt wird.

Infolgedessen wird eine Hochspannung in der Sekundärwicklung

der Zündspule 50 induziert, die über einen Zündverteiler 48 an die Zündkerze 46 gegeben wird, damit diese einen Funken erzeugt, um die Verbrennung des Gemischs in der Verbrennungskammer 44 herbeizuführen. Der Mechanismus des Erzeugens  
05 des Zündfunken der Zündkerze 46 wird näher beschrieben. Die Zündkerze 46 weist einen Versorgungsspannungsanschluß 102 für positive Spannung auf, und die Steuerschaltung 15 weist eine Ausgangsschaltung 12 auf, um den Primärstrom durch die Primärwicklung der Zündspule 50 einzustellen. Die Reihen-  
10 schaltung der Primärwicklung der Zündspule 50 und der Ausgangsschaltung 12 ist zwischen den Spannungsversorgungsanschluß 102 für positive Spannung der Zündspule 50 und den Spannungsversorgungsanschluß 99 für negative Spannung der Steuerschaltung 15 geschaltet. Wenn die Ausgangsschaltung  
15 aktiviert wird, wird elektromagnetische Energie in der Zündspule 50 gespeichert, und wenn die Ausgangsschaltung 12 abgeschaltet wird, wird die gespeicherte elektromagnetische Energie als Hochspannung an die Zündkerze 46 gegeben. Die Zündkerze 46, der Zündverteiler 48 und die Zündspule 50 bil-  
20 den eine Zündsteuervorrichtung 3. Der Motor 1 ist weiterhin mit einem Winkelsensor 108 versehen, um die Winkelposition der Kurbelwelle des Motors festzustellen. Der Sensor 108 erzeugt ein Bezugssignal N synchron mit der Drehung des Motors, d. h. jeweils nach 360° Umdrehung.

25

Ein Bremspedalwinkeldetektor 35 ermittelt die Position eines (nicht dargestellten) Fußbremspedals und gibt ein Signal  $\theta_{br}$  an die Steuerschaltung 15, wenn das Fußbremspedal betätigt wird.

30

Die Ausgangsschaltung wurde in Zusammenhang mit der Energieversorgung der Zündspule 50 und der Kraftstoffeinspritzung durch die Kraftstoffeinspritzdüse 76 erläutert. Die Ausgangsschaltung wird auch dazu verwendet, das Steuersignal  
35 N<sub>IDL</sub> an den Lufteinsteller 58 auszugeben.

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das die Softwarestruktur des Steuerungssystems 15 detailliert zeigt, wobei es sich um den Hauptteil eines adaptiven Steuerverfahrens mit Betriebszu-  
05 standserkennung für Motoren gemäß der Erfindung handelt.

Gemäß der in Fig. 2 dargestellten Struktur weist das Steuerungssystem einen Betriebszustanderkennungs-Funktionsabschnitt 4 auf, dem verschiedene Parameter zugeführt werden, die das Verhalten des Fahrers und den Fahrzeugbetriebszustand repräsentieren, um zu entscheiden, welcher der in Fig. 3 dargestellten Motorbetriebszustände vorliegt, einen Vorgeschichte-Beurteilungsfunktionsabschnitt 5 zum Vergleichen des Steuerungszustandes mit einem früheren Steuerungszu-  
15 stand, einen Bestimmungsfunktionsabschnitt für den Mischungsverhältniskompensationsfaktor, zum Berechnen eines Kompensationsfaktors für das Kraftstoff/Luft-Mischverhältnis abhängig vom Betriebszustand, auf den die Entscheidung fiel, und einen Steuerungsfunktionsabschnitt 13 mit einem Steuerungsfunktionsabschnitt 8 für das Luft/Kraftstoff-Verhältnis, einem Beschleunigungssteuerungsfunktionsabschnitt 9, einem Verzögerungssteuerungsfunktionsabschnitt 10 und einem Leerlaufdrehzahlsteuerungsfunktionsabschnitt 11, die abhängig vom Ergebnis einer Zustandserkennung ausgewählt werden.

25 Weiterhin weist die Steuereinheit 15 einen Ausgangsfunktionsabschnitt 12 zum Einstellen und Ausgeben eines Signalmodus für diese Steuerungsfunktionsabschnittsausgänge auf, von dem ein Steuerungssignal einer Kraftstoffeinspritzsteuerungseinheit 2 mit einer Kraftstoffeinspritzdüse 76, sowie  
30 einer Zündzeitpunktsteuereinheit 3 mit einer Zündkerze 46 zugeführt wird.

Die Steuerungseinheit 15 weist einen Aktualisierungsfunktionsabschnitt 14 für einen Adaptionfaktor für das Mi-  
35

schungsverhältnis auf, um den Adaptionfaktor für das Mischungsverhältnis zu berechnen und zu korrigieren, und zwar abhängig vom Meßwert eines linearen Sauerstoffsensors 90, der zum Messen der Sauerstoffmenge im Motorabgas dient. Weiterhin weist sie eine Vorgeschichtsdatei 7 zum Speichern dieses Wertes und zum Zuführen von Daten zum Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 und zum Bestimmungsfunktionsabschnitt 6 für den Kompensationsfaktor des Mischungsverhältnisses auf.

10

Der Betriebszustanderkennungs-Funktionsabschnitt 4 ermittelt den Fahrzeugbetriebszustand auf Grundlage der Fahrgeschwindigkeit  $v$ , wie sie von einem Fahrgeschwindigkeitssensor 77 angezeigt wird, und der Motordrehzahl  $N$ , wie sie vom Sensor 15 108 angezeigt wird. Außerdem ermittelt dieser Abschnitt die Absicht des Fahrers auf Grundlage des Fahrpedalwinkels  $\theta_{ac}$ , wie vom Fahrpedalpositionssensor 33 ausgegeben, des Bremspedalwinkels  $\theta_{br}$  vom Bremspedalwinkeldetektor 35 und des Umschaltsignals (Ein/Aus-Signal) vom Drehmomentübertragungsschalter 75. Der Bremspedalwinkel  $\theta_{br}$  kann mit gleichem Effekt durch einen Bremslichtschalter mit einem Kontakt ersetzt werden, der bei einem vorgegebenen Winkel entsprechend einer Betätigungsstellung ein- bzw. ausgeschaltet wird.

25 Der Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 beurteilt, ob sich der Motorbetriebszustand ( $m$ ), für den bei der aktuellen Meßwerterfassung die Entscheidung fiel, sich gegenüber dem Zustand ( $m^{-1}$ ) bei der letzten Meßwerterfassung geändert hat, was durch einen Vergleich mit dem gespeicherten Wert der Vorgeschichtsdatei 7 erfolgt, die die Daten für 30 die letzten Meßwerterfassungszeitpunkte beinhaltet.  $m$  zeigt die Nummer für den aktuellen Motorsteuerungszustand und  $m^{-1}$  diejenige für den letzten Motorsteuerungszustand an. Das Ergebnis der Beurteilung im Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 wird in zwei Typen unterteilt: (1) derselbe 35

Steuerungszustand währt fort, und (2) es liegt ein Übergang zu einem anderen Steuerungszustand vor.

Übergänge zwischen Motorsteuerungszuständen werden durch  
05 Fig. 4 veranschaulicht. Gemäß Fig. 4 gehören zu den Motor-  
steuerungszuständen vier verschiedene Arten, nämlich Luft/  
Kraftstoff-Verhältnis-Steuerung (durch  $m=1$  gekennzeichnet),  
Beschleunigungssteuerung ( $m=2$ ), Verzögerungssteuerung ( $m =$   
3) und Leerlaufdrehzahlsteuerung ( $m=4$ ), sowie die Übergangs-  
10 stufe zwischen diesen.

Kraftstoffunterbrechungs(FC = Fuel Cut)-Steuerung gehört  
auch zu den Motorsteuerungszuständen, ist jedoch in der Ver-  
zögerungssteuerung enthalten. FC-Steuerung beginnt mit der  
15 Verzögerungssteuerung und kehrt mit ihrem Ende zu dieser zu-  
rück. Der Übergang von FC-Steuerung zu Beschleunigungssteue-  
rung erfolgt ebenfalls über die Logik der Verzögerungssteue-  
rung.

20 Der Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 beur-  
teilt, ob (1) derselbe Steuerungszustand fortwährt oder ob  
(2) sich der Motor im Übergang von einem Steuerungszustand  
zu einem anderen befindet. Auf Grundlage des Ergebnisses  
dieser Entscheidung berechnet der Ermittlungsfunktionsab-  
25 schnitt 6 für das Mischungsverhältnis für den Kompensations-  
faktor den Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor  $K_{MR}$  ab-  
hängig von der Bedingung (1) oder (2). Das Ergebnis der Er-  
mittlung im Funktionsabschnitt 6 wird entweder dem Steuer-  
funktionsabschnitt 8 für das Luft/Kraftstoff-Verhältnis, dem  
30 Beschleunigungssteuerfunktionsabschnitt 9, dem Verzögerungs-  
steuerfunktionsabschnitt 10 oder dem Leerlaufdrehzahl-Steue-  
rungsfunktionsabschnitt 11 zugeführt. Auf diese Weise werden  
Werte für die Kraftstoffeinspritzmenge und den Zündzeit-  
punkt, wie von der Steuereinheit 15 berechnet, an die Kraft-  
35 stoffeinspritzsteuerungseinheit 2 und die Zündzeitpunkt-

steuerungseinheit 3 über den Ausgangsfunktionsabschnitt 12 gegeben.

Andererseits wird durch Messen des Verbrennungsabgases mit  
05 einem linearen Sauerstoffsensor (Sensor für einen weiten  
Bereich des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses) 90 festgestellt,  
ob die Verbrennung auf Grundlage des Mischungsverhältnis-  
Kompensationsfaktors  $K_{MR}$  ein Soll-Mischungsverhältnis  $K_{TR}$   
(1,  $G_a$ ,  $N$ ) erreicht hat (1: Zustand vor dem Übergang,  $G_a$ :  
10 Menge angesaugter Luft,  $N$ : Motordrehzahl). Eine so berechne-  
te Luftüberschußmenge  $\lambda_A$  (Luft/Kraftstoff-Verhältnis/stö-  
chiometrisches Luft/Kraftstoff-Verhältnis) wird mit einem  
Soll-Mischungsverhältnis (Kraftstoff/Luft-Verhältnis) ver-  
glichen, und das Ergebnis des Vergleichs wird als Mischungs-  
15 verhältnis-Adaptionskoeffizient  $k(1)$  bestimmt. Dieser Koef-  
fizient wird in der Vorgeschichtsdatei 7 abgespeichert, um  
bei der Berechnung der einzuspritzenden Kraftstoffmenge zu  
dienen, wenn derselbe Motorsteuerungszustand bei der näch-  
sten und bei folgenden Meßwerterfassungen vorliegt.

20

Es wird nun der Verarbeitungsbetrieb der Steuereinheit 15  
für jeden ihrer Funktionsblöcke im einzelnen erläutert. Fig.  
5 zeigt ein Flußdiagramm für den Zustandserkennungs-Funk-  
tionsabschnitt 4. Diesem Steuerungszustands-Erkennungsfunk-  
25 tionsabschnitt 4 werden Anfangsdaten zugeführt, zu denen das  
Ein/Aus-Signal vom Drehmomentübertragungsmechanismus, die  
Fahrzeuggeschwindigkeit  $v$ , der Fahrpedalwinkel  $\theta_{ac}$ , der  
Bremspedalwinkel  $\theta_{br}$ , die Motordrehzahl  $N$  und der Zeitpunkt  
 $t$  gehören, zu dem die Werte der aktuellen Meßwerterfassung  
30 als erstes in einem Schritt 501 gelesen werden. Ein nächster  
Schritt 502 zeigt für die Vereinfachung der Programmverar-  
beitung den Motorsteuerungszustand ( $m$ ) für den davor liegen-  
den Meßwerterfassungszeitpunkt  $m^{-1}$  an. Wenn in einem Schritt  
503 erkannt wird, daß der Drehmomentübertragungsmechanismus  
35 eingeschaltet ist, wird in einem Schritt 504 entschieden, ob



der Fahrpedalwinkel  $\theta_{ac}$  größer ist als "0". Wenn der Winkel  $\theta_{ac}$  größer als Null ist, geht die Verarbeitung zu einem nächsten Schritt 505 über, um die Bremspedalwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\theta}_{ac}$  aus  $(\theta_{ac} - \theta_{ac}^{-1})/(t - t^{-1})$  berechnet, wobei  
05  $\theta_{ac}^{-1}$  der Fahrpedalwinkel ist, wie er im direkt vorangehenden Meßwerterfassungszeitpunkt ausgelesen wurde, und wobei  $t^{-1}$  der Zeitpunkt für die direkt vorangehende Meßwerterfassung ist. Das Ergebnis der Berechnung in Schritt 505 wird mit einem Maximalschwellenwert für die Fahrpedalwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\theta}_{aca}$  verglichen, was in einem folgenden Entscheidungsschritt 506 erfolgt, und falls  $\dot{\theta}_{ac} \geq \dot{\theta}_{aca}$  gilt, wird in einem Schritt 511 die Motordrehzahl  $N$  mit einer Maximalmotordrehzahl  $N_a$  verglichen. Wenn in Schritt 511 festgestellt wird, daß  $N \leq N_a$  gilt, wird entschieden, daß der  
15 Motorsteuerungszustand zu diesem Zeitpunkt der Beschleunigungszustand ( $m=2$ ) ist (Schritt 513). Andernfalls wird erkannt, daß Steuerung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses ( $m=1$ ) vorliegt (Schritt 512).

20 Wenn in Schritt 506 erkannt wird, daß die Bedingung  $\dot{\theta}_{ac} \geq \dot{\theta}_{aca}$  nicht gilt, wird in einem Schritt 505 die Fahrpedalwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\theta}_{ac}$  mit einem minimalen Schwellenwert für die Fahrpedalwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\theta}_{acd}$  verglichen, und wenn  $\dot{\theta}_{ac} \leq \dot{\theta}_{acd}$  gilt, stellt ein Schritt 514 fest,  
25 daß Steuerung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses vorliegt ( $m=1$ ), wenn die Geschwindigkeit  $v$  größer als Null ist.

Wenn die Entscheidung in Schritt 514 "Nein" ist, zeigt dies an, daß die Fahrpedalwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\theta}_{ac}$  nicht größer  
30 ist als der minimale Schwellenwert der Fahrpedalwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\theta}_{acd}$ , während die Geschwindigkeit "0" ist, was einen Fehler anzeigt. Daher wird in einem Schritt 515 ein Warnsignal ausgegeben, und es wird zu Luft/Kraftstoff-Steuerung ( $m=1$ ) übergegangen (Schritt 516), womit man auf der si-  
35 cheren Seite liegt.

Wenn in Schritt 507 festgestellt wird, daß die Beziehung  $\dot{\theta}_{ac} \leq \dot{\theta}_{acd}$  nicht gilt, wird in einem Schritt 508 entschieden, ob  $v$  größer ist als Null. Wenn die Antwort "Ja" ist, 05 wird entschieden, daß Verzögerungssteuerung ( $m=3$ ) vorzunehmen ist. Wenn in Schritt 508 andersherum entschieden wird, zeigt dies an, daß die Fahrpedalwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\theta}_{ac}$  nicht größer ist als der Schwellenwert  $\dot{\theta}_{acd}$  und daß die Geschwindigkeit  $v$  "0" ist, was einen Fehler anzeigt. In 10 Schritt 509 wird, wie in Schritt 515, ein Warnsignal ausgegeben, und es wird mit Verzögerungssteuerung ( $m=3$ ) weiterverfahren.

Wenn die Entscheidung in Schritt 504 dahin geht, daß die Beziehung  $\theta_{ac} \geq 0$  nicht gilt, wird in einem Schritt 517 untersucht, ob die Geschwindigkeit  $v$  größer als Null ist oder nicht. Wenn die Antwort in Schritt 517 "Ja" ist, wird in einem Schritt 518 entschieden, ob der Bremspedalwinkel  $\theta_{br}$  größer als Null ist. Wenn die Antwort "Nein" ist, wird in 20 einem Schritt 519 die Motordrehzahl  $N$  mit einer minimalen Verzögerungsdrehzahl  $N_d$  verglichen. Wenn in Schritt 519 festgestellt wird, daß  $N$  größer ist als  $N_d$ , wird auf Verzögerungssteuerung ( $m=3$ ) erkannt (Schritt 521), während andernfalls auf Steuerung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses 25 ( $m=1$ ) erkannt wird (Schritt 520). Wenn in Schritt 518 entschieden wird, daß  $\theta_{br}$  größer als Null ist, springt die Verarbeitung dagegen zu Schritt 521, um auf Verzögerungssteuerung ( $m=3$ ) zu erkennen.

30 Wenn die Entscheidung in Schritt 517 dahin geht, daß  $v$  nicht größer als Null ist, geht der Ablauf zu einem Schritt 525 über, in dem entschieden wird, ob das Fahrzeug mit einem Automatikgetriebe (AT = Automatic Transmission) versehen ist. Wenn die Antwort "Ja" ist, wird in einem Schritt 527 35 auf Leerlaufdrehzahlsteuerung ( $m=4$ ) erkannt. Ob das Fahrzeug

mit AT ausgestattet ist oder nicht, wird zum Zeitpunkt des Anbringens der Steuereinheit am Fahrzeug eingestellt. Wenn im Schritt 525 erkannt wird, daß das Fahrzeug nicht mit AT ausgestattet ist, zeigt dies an, daß das Fahrzeug Hand-  
05 schaltgetriebe aufweist und daß der Fahrpedalwinkel  $\theta_{ac}$  offen und die Geschwindigkeit Null ist, weswegen zum Verhindern eines Abwürgens des Motors ein Warnsignal ausgegeben wird (Schritt 526) und auf Leerlaufdrehzahlsteuerung ( $m=4$ ) erkannt wird (Schritt 527).

10

Wenn in Schritt 503 zu Beginn des Flußdiagramms erkannt wird, daß der Drehmomentübertragungsmechanismus abgeschaltet ist, wird in einem Schritt 522 untersucht, ob der Fahrpedalwinkel  $\theta_{ac}$  größer als Null ist. Wenn die Antwort "Ja" ist,  
15 wird in einem Schritt 523 auf Steuerung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses erkannt ( $m=1$ ). Wenn die Entscheidung andersherum lautet, wird in einem Schritt 524 auf Leerlaufdrehzahlsteuerung ( $m=4$ ) erkannt. Dieser Betriebsablauf führt die Funktion des Zustandserkennungs-Funktionsabschnitts 4 aus.

20

Der Vorgeschichts-Funktionsabschnitt 5 wird im einzelnen unter Bezugnahme auf das Flußdiagramm von Fig. 6 erläutert. Der Steuerungszustand  $m$  zum aktuellen Zeitpunkt, wie er vom vorstehend genannten Zustandserkennungs-Funktionsabschnitt 4  
25 erhalten wird, wird in einem Schritt 601 mit dem unmittelbar vorangehenden Steuerungszustand  $m^{-1}$  verglichen. Wenn die Zustände übereinstimmen, werden in einem Schritt 602 der direkt vorangehende Steuerungszustand  $l$ , die Anzahl  $i$  von Zündungen seit Beginn des Übergangs (die oben erwähnte Anzahl von Meßwerterfassungen) und die Anzahl  $n$  ( $l, m$ ) von  
30 Zündungen aus der Vorgeschichtsdatei 7 eingelesen, um den Übergangsablauf vom Zustand  $l$  zum Zustand  $m$  zu glätten. In einem Schritt 603 wird der Wert  $i$  erhöht, gefolgt von einem Schritt 604 zum Entscheiden, ob  $i \geq n$  ( $l, m$ ) ist. Wenn die  
35 Antwort "Ja" ist, wird darauf erkannt, daß derselbe Zustand

fortdauert, so daß der Wert  $i$  auf denselben Wert  $n$  ( $l$ ,  $m$ ) beschränkt wird, wobei die Werte  $m$  und  $i$  gespeichert werden. Wenn dagegen die Entscheidung in Schritt 604 "Nein" ist, wird erkannt, daß ein Übergang abläuft, und die Verarbeitung  
05 springt zu einem Schritt 606, um die Werte  $m$ ,  $i$  zu speichern, wie sie vorliegen.

Wenn im ersten Schritt 601 erkannt wird, daß  $m$  nicht mit  $m^{-1}$  übereinstimmt, wird "1" als Wert von  $i$  (Schritt 607) einge-  
10 stellt, und der direkt vorangehende Zustand  $m^{-1}$  wird auf 1 angewandt (Schritt 608). Diese Werte  $m$ , 1,  $i$  werden gespeichert. Die Vorgeschichtsbeurteilung erfolgt mit dem vorstehend genannten Bearbeitungsablauf, und das Ergebnis der Beurteilung wird für die Verarbeitung im nachfolgenden Bestim-  
15 mungsfunktionsabschnitt 6 für den Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor verwendet.

Fig. 7 zeigt den Flußablauf für eine Berechnung zur Mischungsverhältniskompensation, um die Funktion des Bestim-  
20 mungsfunktionsabschnittes 6 für den Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor zu erzielen.

Um gemäß Fig. 7 den Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor berechnen zu können, wird der Funktionsabschnitt 6 mit Wer-  
25 ten für die Luftflußmenge  $G_a$  vom Luftflußmesser 24, des aktuellen Steuerungszustandes 1 vom vorstehend genannten Vorgeschichtsbeurteilungsfunktionsabschnitt 5, für den nächsten Steuerungszustand  $m$ , für die Anzahl  $i$  von Verbrennungen seit dem Beginn des Übergangs und für die Anzahl  $n$  ( $l$ ,  $m$ ) von  
30 Verbrennungen versorgt, um die Verarbeitung für den Übergang vom Zustand 1 in den Zustand  $m$  zu glätten, was in einem Schritt 701 erfolgt. In einem nachfolgenden Schritt 702 wird untersucht, ob derselbe Zustand fort-dauert ( $l=m$ ). Falls derselbe Steuerungszustand fort-dauert, wird in einem Schritt  
35 703 der Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizient  $k$  ( $l$ ) ab-

hängig vom Motorsteuerungszustand  $l$  ausgegeben. Anschließend wird der Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor  $K_{MR}$  aus Gleichung (1) auf Grundlage des Mischungsverhältnis-Sollkoeffizienten  $K_{TR}(l, Ga, N)$  berechnet, der durch den Steuerungszustand  $l$ , die Luftflußmenge  $Ga$  und die Motordrehzahl  $N$  sowie den Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten  $K(l)$  bestimmt ist:

$$K_{MR} = K(l) \cdot K_{TR}(l, Ga, N) \quad \dots \quad (1)$$

10

Wenn in Schritt 702 dahingehend entschieden wird, daß sich der Steuerungszustand im Übergang von  $l$  nach  $m$  befindet, geht die Verarbeitung zu einem Schritt 705 über, um die Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten  $K(l)$  und  $K(m)$  für die Zustände  $l$  bzw.  $m$  anzuwenden. In einem Schritt 705 wird der gewichtete Mittelwert des Mischungsverhältnis-Sollkoeffizienten  $K_{TR}(l, Ga, N)$  für den Steuerungszustand  $l$  und der Mischungsverhältnis-Sollkoeffizient  $K_{TR}(m, Ga, N)$  für den Steuerungszustand  $m$  in der Weise berechnet, wie sie in Gleichung (2) dargestellt ist, um dadurch den Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor  $K_{MR}$  während des Übergangs zu bestimmen:

$$K_{MR} = \frac{n(l, m) - i}{n(l, m)} K(l) K_{TR}(l, Ga, N) + \frac{i}{n(l, m)} K(m) K_{TR}(m, Ga, N) \quad \dots \quad (2)$$

30

Durch Verwenden des gemäß den vorstehend genannten Schritten erzeugten Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktors  $K_{MR}$  wird in den Schritten 801 bis 809 von Fig. 8 eine der Steuerungen 8, 9, 10, 11 für das Luft/Kraftstoff-Verhältnis, für Beschleunigung, für Verzögerung oder Leerlaufdrehzahl ausge-

führt, woraufhin eine Verarbeitung im Ausgangsfunktionsabschnitt 12 erfolgt, die in den Schritten 810 bis 813 im selben Diagramm dargestellt ist.

05 In einem Schritt 801 wird die Menge einzuspritzenden Kraftstoffs  $G_f$  aus dem vorbestimmten Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor  $K_{MR}$ , dem stöchiometrischen Mischungsverhältnis  $MR$ , dem Luftmassefluß  $G_a$  und der Motordrehzahl  $N$  in der durch die nachfolgende Gleichung (3) angegebenen Weise berechnet:  
10

$$G_f = K_{MR} \cdot MR \cdot \frac{G_a}{N} \quad \dots \quad (3)$$

In einem Schritt 802 wird der Zündzeitpunkt  $I_g$  aus der nachfolgenden Gleichung (4) als Funktion der Kraftstoffeinspritzmenge  $G_f$  und der Motordrehzahl in wohlbekannter Weise berechnet:  
15

$$I_g = f(G_f, N) \quad (4)$$

20

Wenn in einem Schritt 803 festgestellt wird, daß  $m=1$  ist, wird auf L/K-Steuerung erkannt. Wenn dagegen in Schritt 803 erkannt wird, daß  $m$  nicht 1 ist, geht der Ablauf zu einem Schritt 804 über.

25

Wenn im Schritt 804 erkannt wird, daß  $m=2$  gilt, d. h. daß Beschleunigungssteuerung vorliegt, wird in einem Schritt 808 eine Klopfkompensation  $I_{gN}$  und eine Stoßkompensation  $I_{gS}$  vorgenommen, um Klopfen oder Stoßvorgänge zu verhindern, wie dies beim Beschleunigen der Fall sein kann, wobei der Zündzeitpunkt  $I_g$  aus der folgenden Gleichung (5) zum Glätten der Beschleunigung berechnet wird:  
30

$$I_g = I_g - I_{gN} - I_{gS} \quad (5)$$

35

Bei der Beschleunigungssteuerung wird der Wert 1 oder s für  $n(1, m)$  für das Erfordernis des Ansprechverhaltens des beschleunigten Motors verwendet.

05 Wenn in Schritt 805 erkannt wird, daß  $m=3$  gilt, wird die Motordrehzahl  $N$  mit der Motordrehzahl für Beginn von Kraftstoffabschaltung  $N_{FC}$  verglichen, und wenn die Motordrehzahl höher ist, d. h. wenn  $N$  größer ist als  $N_{FC}$ , wird in einem Schritt 807 die Kraftstoffzufuhr abgeschaltet. In diesem  
10 Steuerungsschritt wird  $G_f$  auf Null gesetzt, und es wird der durch Gleichung (4) angegebene Zündzeitpunkt verwendet.

Wenn in einem Schritt 804 erkannt wird, daß  $m$  nicht 3 ist, sondern daß  $m=4$  gilt, zeigt dies Leerlaufdrehzahlsteuerung  
15 an, wodurch die Verarbeitung zu einem Schritt 809 übergeht, um durch Vergleich der Anzahl  $i$  von Verbrennungen ab dem Beginn des Übergangs mit der Anzahl  $n(1, m)$  von Verbrennungen zum Vornehmen einer Glättung beim Prozeß des Übergangs vom Zustand 1 in den Zustand  $m$  zu erkennen, ob  $i \geq n(1, m)$  ist.  
20 Wenn die Entscheidung in diesem Schritt "Nein" ist, zeigt dies an, daß  $i$  kleiner als  $n(1, m)$  ist, in welchem Fall der Übergang zur Leerlaufdrehzahlsteuerung abläuft. Während des Übergangs wird Steuerung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses vorgenommen, um aus den Gleichungen (3) und (4) Berechnungs-  
25 werte für  $G_f$  und  $I_g$  zu erhalten. Nach Abschluß dieser Übergangsverarbeitung führt, wenn das Entscheidungsergebnis im Schritt 809 "Ja" ist, ein Schritt 810 die wohlbekannte Regelung zum Einstellen der Motordrehzahl  $N$  auf den Sollwert  $N_{IDL}$  aus. Diese Leerlaufdrehzahlregelung wird auf solche  
30 Weise ausgeführt, daß der Wert  $N_{IDL}$  dem Lufteinsteller 58 zugeführt wird, um dadurch den Luftfluß durch die Umgehungsleitung 56 so einzustellen, daß die Motordrehzahl mit dem Wert  $N_{IDL}$  erzielt wird.

35 Es werden nun die Funktionen der Schritte 811 bis 813 und

des Ausgangsfunktionsabschnitts 12 erläutert. Zunächst wird in Schritt 811 die Kraftstoffeinspritzzeit  $T_I$  für das Einspritzventil aus dem Wert  $G_f$ , dem Koeffizienten  $k_I$  und der unwirksamen Einspritzzeit  $T_v$  des Einspritzventils, wie in 05 den Schritten 801 bis 807 erhalten, wie nachstehend angegeben, berechnet:

$$T_I = k_I G_f + T_v \quad (5)$$

10 Dieser Wert wird an die Kraftstoffeinspritzeinheit 2 gegeben (Schritte 811, 812). Der Zündzeitpunkt  $I_g$  wird in ein elektrisches Signal (Pulszug) umgewandelt und an die Zündzeitpunkteinheit 3 gegeben (Schritt 813).

15 Abhängig von den so erhaltenen Steuerungswerten wird der Motor 1 gesteuert. Die Menge von Sauerstoff im Abgas wird durch den linearen Sauerstoffsensor 90 gemessen, um den Wert bei der Berechnung im Aktualisierungsfunktionsabschnitt für den Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten zu verwenden.

20

Die Funktion des Aktualisierungsfunktionsabschnittes für den Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten wird unter Bezugnahme auf das Flußdiagramm von Fig. 9 erläutert. In einem Schritt 901 wird untersucht, ob gerade eine Zustandsänderung 25 vorliegt ( $i < n(l, m)$ ?). Falls die Antwort bejahend ist, wird der Betrieb abgeschlossen, ohne daß der Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizient aktualisiert wird. Wenn die Entscheidung im Schritt 901 dahin geht, daß derselbe Steuerungszustand vorliegt ( $i \geq n(l, m)$ ), gibt ein Schritt 902 30 die Luftüberschußmenge  $\lambda_A$  im Abgas aus, wie vom linearen Sauerstoffsensor 90 gemeldet. In einem Schritt 904 wird ein Beobachtungswert  $K_A$  für den Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten aus dem Eingangssignal  $\lambda_A$  und dem Mischungsverhältnis-Sollkoeffizienten  $K_{TR}(l, G_a, N)$  berechnet, wie 35 in der Berechnung der Kraftstoffeinspritzmenge verwendet,



was auf die durch Gleichung (6) angezeigte Weise erfolgt:

05 
$$K_A = \frac{1}{\lambda_A} \cdot \frac{1}{K_{TR}(\ell, G_a, N)} \quad \dots \quad (6)$$

Dieser Beobachtungswert  $K_A$  neigt dazu, Meßwertstörungen oder -fehler zu erhalten, und um reproduzierbare Daten aus den beobachteten Daten zu gewinnen, wird in einem Schritt 904 der Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizient  $K(\ell)$  mit dem Adaptionskoeffizienten  $K^{-1}(\ell)$  für den direkt davorliegenden Meßwerterfassungszeitpunkt geglättet, was mit Hilfe eines Glättungsfaktors  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ) erfolgt, wie in Gleichung (7) angegeben:

$$K(\ell) = K^{-1}(\ell) + \alpha(K_A - K^{-1}(\ell)) \quad \dots \quad (7)$$

Der auf diese Weise in den Schritten 901 bis 904 erzeugte aktualisierte Wert für den Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten wird in der Vorgeschichtsdatei 7 gespeichert (Schritt 905).

Die Betriebsablaufzeitsteuerung und die Datenversorgung und -ausgabe wird für jeden Teil der Steuereinheit 15 unter Bezugnahme auf Fig. 2 erläutert. Die Steuereinheit 15 weist einen eingebauten Computer auf, der einen Task-Controller (Programmteilsteuerung) aufweist, um Programme (Tasks) zeitlich zu steuern und zu starten. Das Verfahren der Programmsteuerung, das wohlbekannt ist, ist nicht dargestellt.

Der in der Steuereinheit 15 vorhandene Task-Controller aktiviert den Zustandserkennungsfunktionsabschnitt 4 (wie aus dem Flußdiagramm von Fig. 5 erkennbar) direkt vor dem Beginn der Kraftstoffeinspritzung in jeden Zylinder, was mit Hilfe

des Signals vom Drehwinkelsensor 108 als Zeitüberwacher erfolgt. Nach Abschluß der Verarbeitung von Fig. 5 aktiviert der Task-Controller den Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 (wie aus Fig. 6 erkennbar). Der Motorbetriebs-  
05 zustand  $m$  wird vom Zustandserkennungs-Funktionsabschnitt 4 an den Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 gegeben. Der Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 empfängt die Daten  $m^{-1}$ ,  $l$ ,  $i$ ,  $n(l, m)$  für die direkt vorhergehende Meßwerterfassung von der Vorgeschichtsdatei 7 und  
10 speichert das Ergebnis seiner Berechnung in Form von  $m$ ,  $l$ ,  $i$  in der Vorgeschichtsdatei 7. Zu Ende der Verarbeitung im Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5 wird der Bestimmungsfunktionsabschnitt 6 für den Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor (wie in Fig. 7 dargestellt) aktiviert.  
15 Der Bestimmungsfunktionsabschnitt 6 für den Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor empfängt Werte  $l$ ,  $m$ ,  $i$ ,  $n(l, m)$  als Daten vom Vorgeschichtsbeurteilungs-Funktionsabschnitt 5, und er mißt die Menge angesaugter Luft  $G_a$  und empfängt den Wert  $k(l)$  von der Vorgeschichtsdatei 7. Zu Ende der  
20 Verarbeitung im Bestimmungsfunktionsabschnitt 6 für den Mischungsverhältnis-Kompensationsfaktor wird die Steuerungseinheit 13 aktiviert. Während der Verarbeitung empfängt die Steuerungseinheit 13 Daten  $G_a$ ,  $m$ ,  $i$ ,  $n(l, m)$ . Das Ergebnis der Berechnung in der Steuerungseinheit 13, d. h. die Werte  
25  $G_f$ ,  $I_g$  und  $N_{IDL}$  werden an den Ausgangsfunktionsabschnitt 12 gegeben. Diese Daten werden im Ausgangsfunktionsabschnitt 12 in physische Werte umgewandelt und der Kraftstoffeinspritzsteuerungseinheit 2 und der Zündzeitpunktsteuerungseinheit 3 zugeführt. Die Steuerungseinheiten 2 und 3 erzeugen Aus-  
30 gangssignale synchron mit der Motordrehzahl. Der Task-Controller aktiviert den Aktualisierungsfunktionsabschnitt 14 für den Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten (wie aus Fig. 1 erkennbar) zu einem Zeitpunkt, zu dem ein Verbrennungsablauf endet. Der Aktualisierungsabschnitt 14 für den  
35 Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten empfängt die Meß-

daten für die Luftüberschußmenge  $\lambda_A$  und liest den vorherigen Mischungsverhältnis-Adaptionskoeffizienten  $k^{-1}(1)$  aus der Vorgeschichtsdatei 7 aus und speichert den aktualisierten Wert  $k(1)$  in der Datei 7.

05

Aus der vorstehenden Beschreibung ist ersichtlich, daß gemäß der Erfindung Fahrzeugzustände und die Absicht des Fahrers zu jedem Zeitpunkt ermittelt werden und daß abhängig vom Ermittlungsergebnis das jeweils anzuwendende Motorsteuerungs-  
10 system genau bestimmt wird. Im Ergebnis trägt die Erfindung zu verbesserter Fahrbarkeit, verbesserter Auswahl des Betriebsbereichs, wie er vom Fahrzeugtyp abhängt, zu verbessertem Anpassungswirkungsgrad eines Steuerungssystems, das das meiste zur Motorleistungsfähigkeit beiträgt, und zu ver-  
15 bessertem Wirkungsgrad bei der Softwareentwicklung zur Realisierung bei.

Im wesentlichen kann der gewünschte Wert für das Luft/Kraftstoff-Verhältnis bei jedem Motorsteuerungszustand wie auch  
20 beim Übergang zwischen verschiedenen Vorsteuerungszuständen beibehalten werden. Daher werden Schwankungen in den Abgas-eigenschaften verringert, und die Kraftstoffwirtschaftlichkeit wird verbessert.

25 Gleichzeitig verbessern weniger Drehmomentschwankungen und Fahrzeugschwingungen in Zusammenhang mit dem Luft/Kraftstoff-Verhältnis die Fahrbarkeit und den Fahrkomfort.

Da der geeignete Mischungsverhältnis-Sollkoeffizient  $K_{TR}$   
30  $(1, G_a, N)$  für jeden Motorsteuerungszustand abhängig von der Vorliebe des Fahrers bestimmt werden kann, ergibt sich ein Fahrzeug mit verbesserter Fahrbarkeit oder höherer Wirtschaftlichkeit im Vergleich zum Stand der Technik, wodurch verschiedene Erfordernisse individueller Fahrer berücksich-  
35 tigt werden.

Wenn das Motorsteuerungssystem angepaßt wird, wird der oben erwähnte Wert  $n$  ( $l$ ,  $m$ ) für jeden Übergang individuell eingestellt, um sowohl die Fahrbarkeit wie auch den Fahrkomfort des Fahrzeugs während der Verarbeitung des Zustandsübergangs zu verbessern, während gleichzeitig die Arbeitsbelastung für den Anpassungsvorgang verringert wird.

Beim Übergang auf Beschleunigungssteuerung wird z. B. der Wert von  $n$  ( $l$ ,  $m$ ), der normalerweise im Bereich zwischen 1 und 30 eingestellt wird, auf 1 eingestellt, wodurch das Ansprechverhalten verbessert wird, selbst wenn dies zu Lasten der Glätte des Fahrverhaltens geht.

## Patentansprüche

1. Steuersystem für kategorisierte Zustände eines Motor, umfassend

Betriebszustands-Meßwertgeber (77, 108, 90) zur Erfassung des Betriebszustands des Motors,

Stellglieder (2, 3) zum Betrieb des Motors,

eine Zustands-Unterscheidungseinrichtung (4) zur Ermittlung eines Motorsteuerzustands aus den von den Betriebszustands-Meßwertgebern (77, 108, 90) erfaßten Ergebnissen,

einen Speicher (7) zur Speicherung von Motorsteuerparametern,

eine Beurteilungseinrichtung (5) zur Beurteilung eines Motorsteuermodus aufgrund der aus dem Speicher (7) ausgelesenen Steuerparameter und des Ausgangssignals der Zustands-Unterscheidungseinrichtung (4),

eine Steuereinrichtung (13) mit mehreren Steuermoden (8...11), die den in der Zustands-Unterscheidungseinrichtung (4) zu bestimmenden Steuerzuständen entsprechen und zur Zuführung eines Betätigungssignals an die Stellglieder (2, 3) in jedem Steuermodus entsprechend dem von der Zustands-Unterscheidungseinrichtung (4) bestimmten Motorsteuerzustand, und

eine Parameter-Aktualisiereinrichtung (14) zur Gewinnung eines Steuer-Ansprechparameters aus den Ausgangssignalen der Betriebszustands-Meßwertgeber (77, 108, 90), um daraus einen Parameter zu berechnen und diesen in dem Speicher (7) zu speichern,

gekennzeichnet durch

Fahr-Meßwertgeber mit mindestens einem Gaspedalwinkel-Meßwertgeber (33), einem Bremspedalwinkel-Meßwertgeber (35) und einem Getriebe-Meßwertgeber (75) zur Erfassung des Fahrbetriebs aufgrund des Fahrerverhaltens,

wobei die Zustands-Unterscheidungseinrichtung (4) den aufgrund mindestens eines der Fahr-Meßwertgeber (33, 35, 75) unterschiedenen gegenwärtigen Steuermodus (m) erfaßt, der zu einem abgeleiteten gegenwärtigen Steuerwert ( $K(m)$ ) führt,

eine Einrichtung zur Erfassung eines Übergangs von einem vorherigen Steuermodus (l) auf den gegenwärtigen Steuermodus (m) aufgrund einer Änderung in den Ausgangssignalen der Fahr-Meßwertgeber (33, 35, 75), wobei sich der vorherige Steuermodus (l) auf einen abgeleiteten vorherigen Steuerwert ( $K(l)$ ) bezieht, und

eine Einrichtung (6) zum Berechnen eines Steuerausgangssignals, das den Stellgliedern (2, 3) als zeitliche Funktion des vorherigen und des gegenwärtigen abgeleiteten Steuerwerts ( $K(l)$ ,  $K(m)$ ) zugeführt wird.

2. System nach Anspruch 1, wobei zu den Motorsteuerzuständen ein solcher des Luft/Kraftstoffs-Verhältnisses, ein solcher der Beschleunigung, ein solcher der Verzögerung und ein solcher des Leerlaufs gehören.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Beurteilungseinrichtung (5) beurteilt, ob der gegenwärtige unterschiedene Motorsteuerzustand eine Fortsetzung des gleichen vorherigen unterschiedenen Motorsteuerzustands ist, und das korrelierte Beurteilungssignal erzeugt.

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Parameter-Bestimmungseinrichtung (6) ein Verhältnis bestimmt aus einer Zahl entsprechend der für einen glatten Übergang erforderlichen Zeit und einer Zahl entsprechend der seit Beginn des Übergangs verstrichenen Zeit, sofern ein Übergang stattfindet.

5. System nach Anspruch 4, wobei die Parameter-Bestimmungseinrichtung (6) das Verhältnis als Verhältnis aus der Anzahl von für einen glatten Übergang erforderlichen Verbrennungen und der Anzahl von seit dem Beginn des Übergangs aufgetretenen Verbrennungen in dem Motor bestimmt.

6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Steuerparameter-Bestimmungseinrichtung (6) einen Kompensationsfaktor für das Luft/Kraftstoff-Mischverhältnis bestimmt.

7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Kraftstoff-Einspritzmenge und der Zündzeitpunkt berechnet und in jedem Steuermodus der Steuereinrichtung (13) erzeugt werden.

8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei einer der Betriebszustands-Meßwertgeber (77, 108, 90) ein linearer Sauerstoff-Meßwertgeber (90) ist, der die Sauerstoffmenge im Motorabgas als Steuer-Ansprechparameter mißt, und wobei die adaptive Parameter-Aktualisiereinrichtung (14) einen Mischverhältnis-Adaptierkoeffizient berechnet und in den Speicher (7) eingibt.

9. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei zu den Betriebszustands-Meßwertgebern (77, 108, 90) ein Fahrzeuggeschwindigkeits-Meßwertgeber (77), ein Motordrehzahl-Meßwertgeber (108), ein linearer Sauerstoff-Meßwertgeber (90) und ein Meßwertgeber (24) für den Luftmengendurchsatz gehören.

PUS

FIG. 1

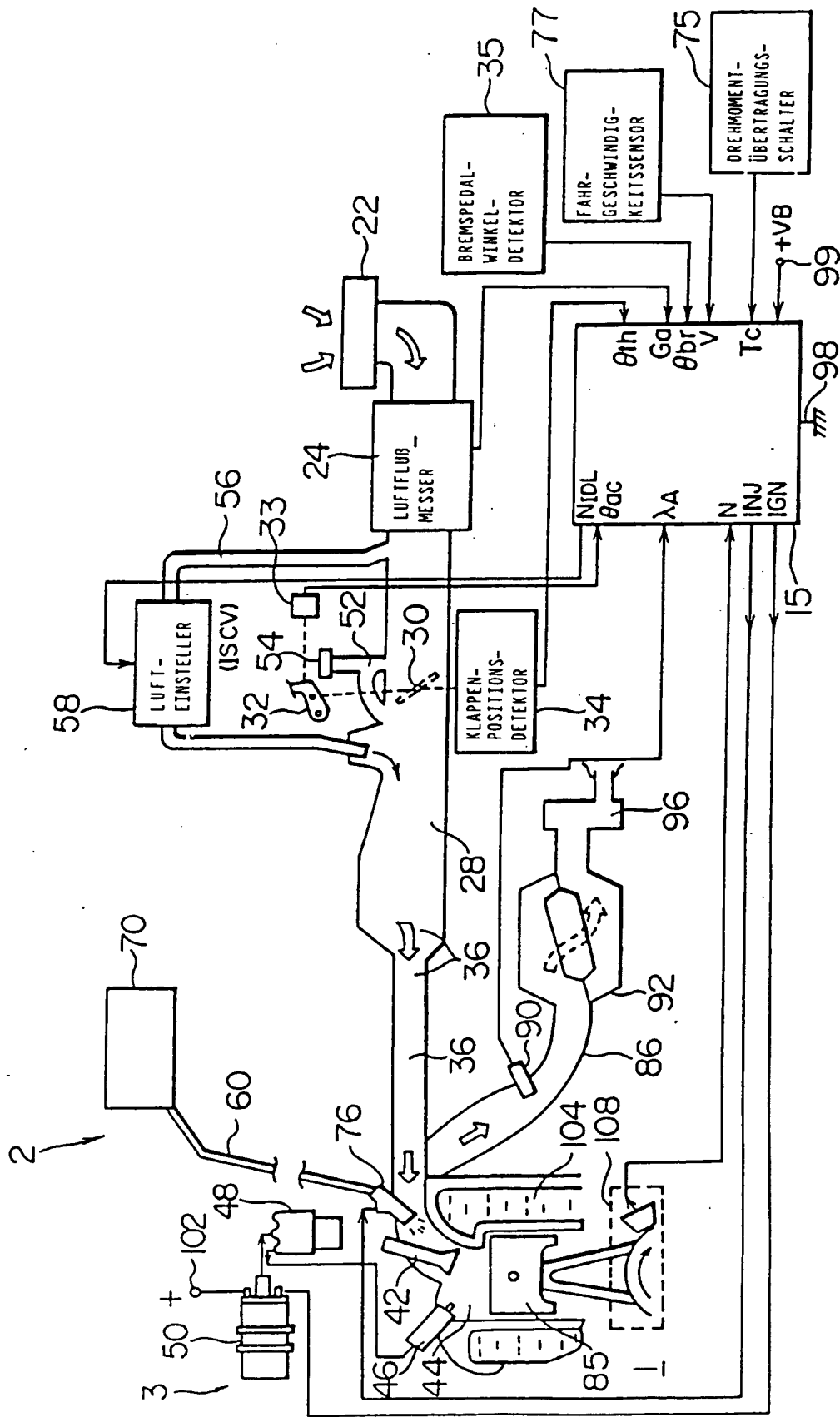




FIG. 2

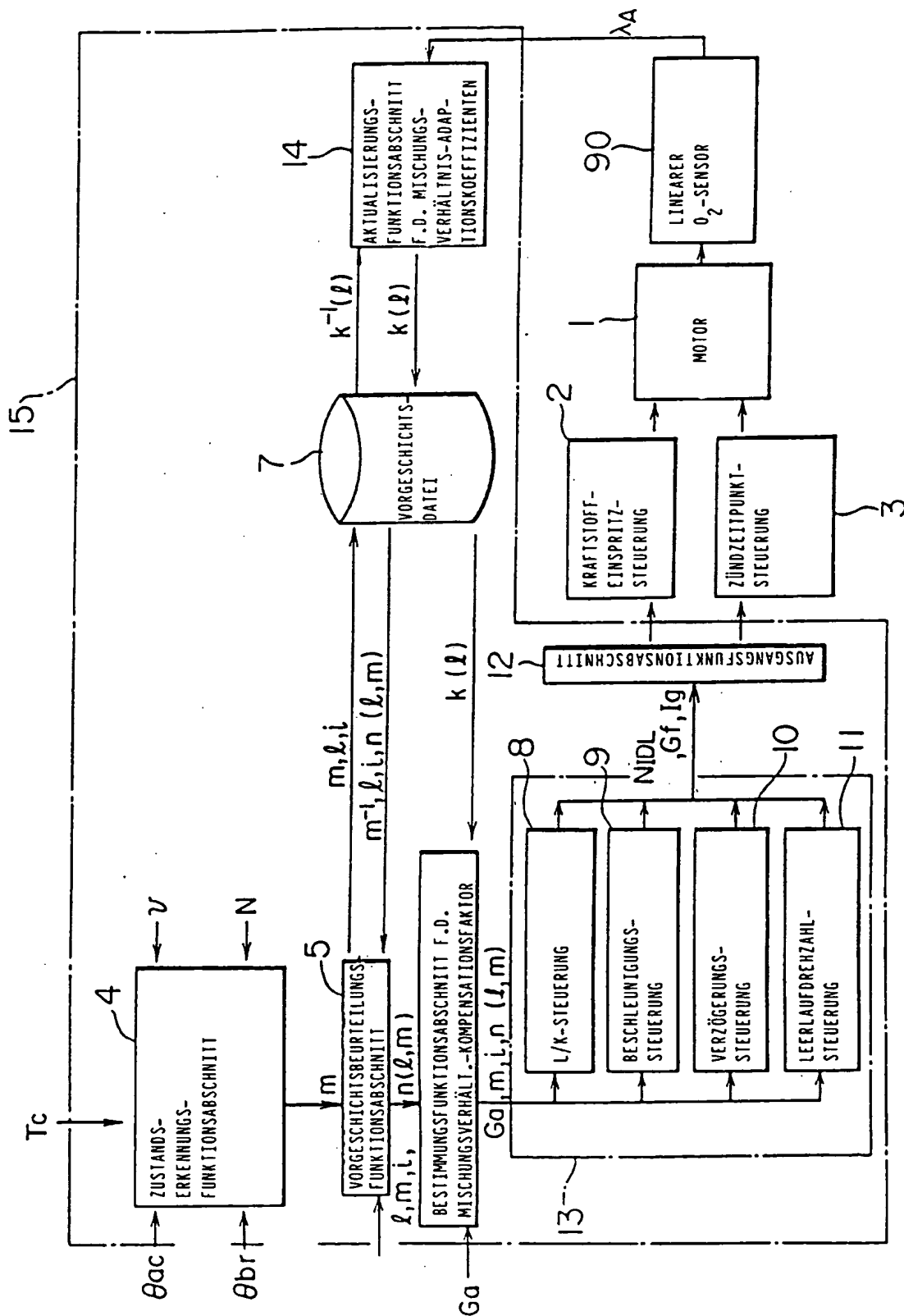


FIG. 3

FAHRERWILLE		BREMSEN	ÜBERGANG - SCHUB	$\theta_{AC} > 0$		
FAHR- ZEUG- ZUSTAND	DREHMOMENT- ÜBER- TRAGUNG	$\theta_{br} > 0$ $\theta_{ac} = 0$	$\theta_{br} = 0$ $\theta_{ac} = 0$	VERZÖGERUNG $\theta_{ac} \leq \theta_{acd}$ $N \geq Nd$	FAHRT $\theta_{acd} < \theta_{ac} < \theta_{aca}$	BESCHLEUNIGUNG $\theta_{ac} \geq \theta_{aca}$ $N \leq Nd$
	GRUND- STELLUNG	<b>4</b>	LEERLAUFDREHZAHLSTEUERUNG	<b>1</b>		
FAHRT	AUS			L/K-STEUERUNG (HOCHDREHEN)		
RUHE	EIN	MT : — MOTOR ABWÜRGEN AT : ISC		<b>2</b>		
						BESCHLEUNIGUNGS- STEUERUNG
BESCHLEUNIG. FAHRT VERZÖGERUNG	$v > 0$			<b>3</b>	<b>1</b>	
				VERZÖGERUNGS- STEUERUNG	L/K-STEUERUNG (FAHRTSTEUERUNGS- AUSWAHL)	

$\theta_{ac}$ : FAHRPEDALWINKEL

$\dot{\theta}_{ac}$ : BESCHLEUNIGUNG

$\theta_{br}$ : BREMSPEDALWINKEL

$v$ : FAHRGESCHWINDIGKEIT

$N$ : MOTORDREHZAHL

INDEX a: KONSTANTE, DIE SICH AUF  
BESCHLEUNIGUNG BEZIEHT

INDEX d: KONSTANTE, DIE SICH AUF  
VERZÖGERUNG BEZIEHT

FIG. 4

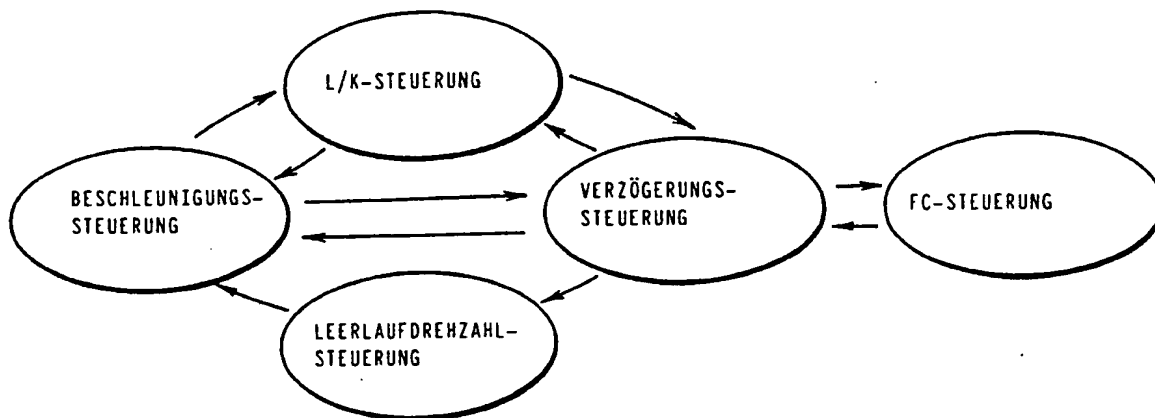


FIG. 9

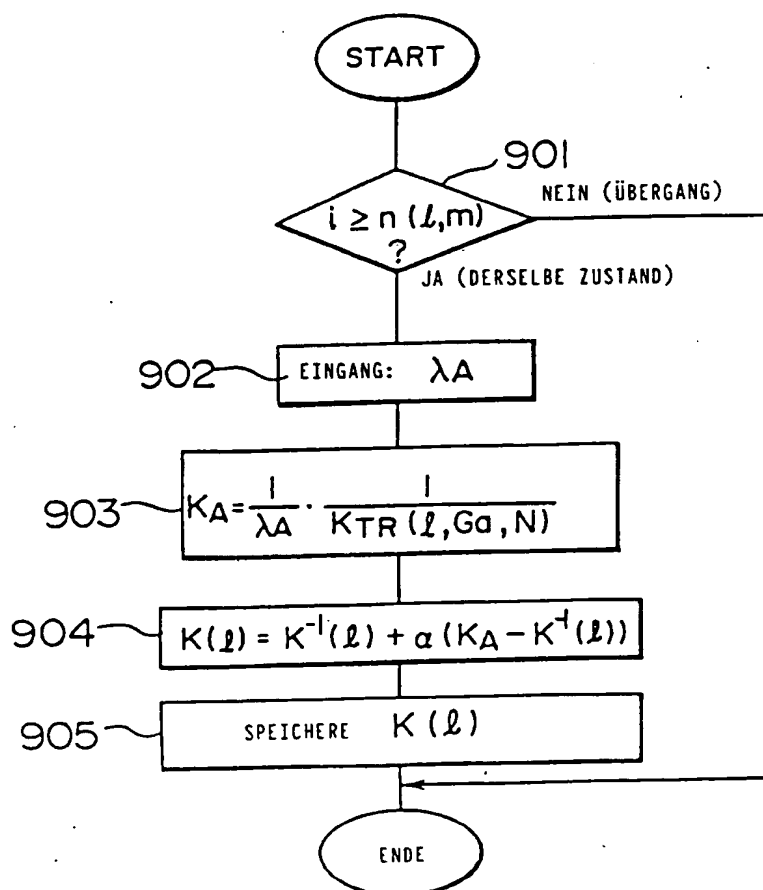
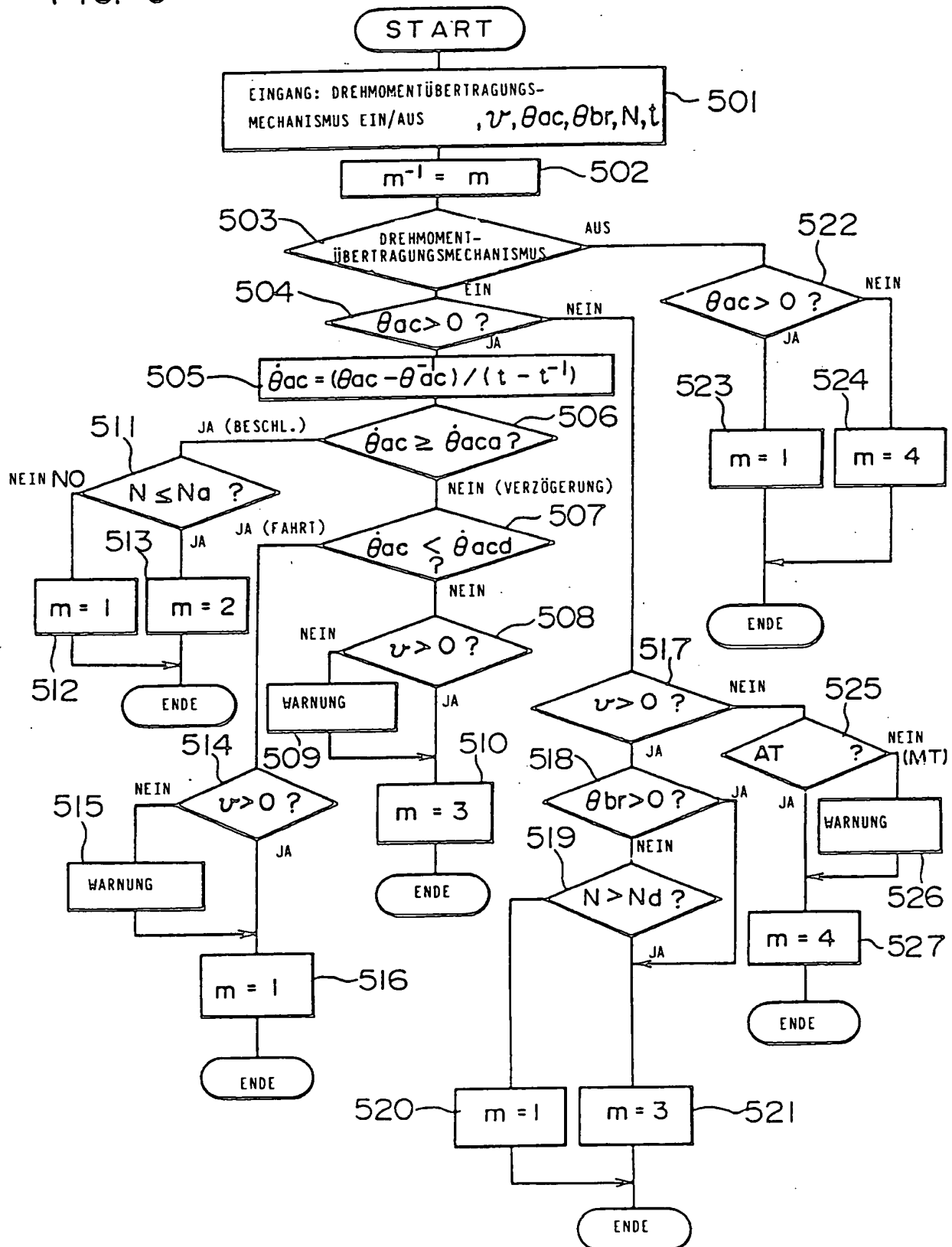


FIG. 5



6/7

FIG. 6

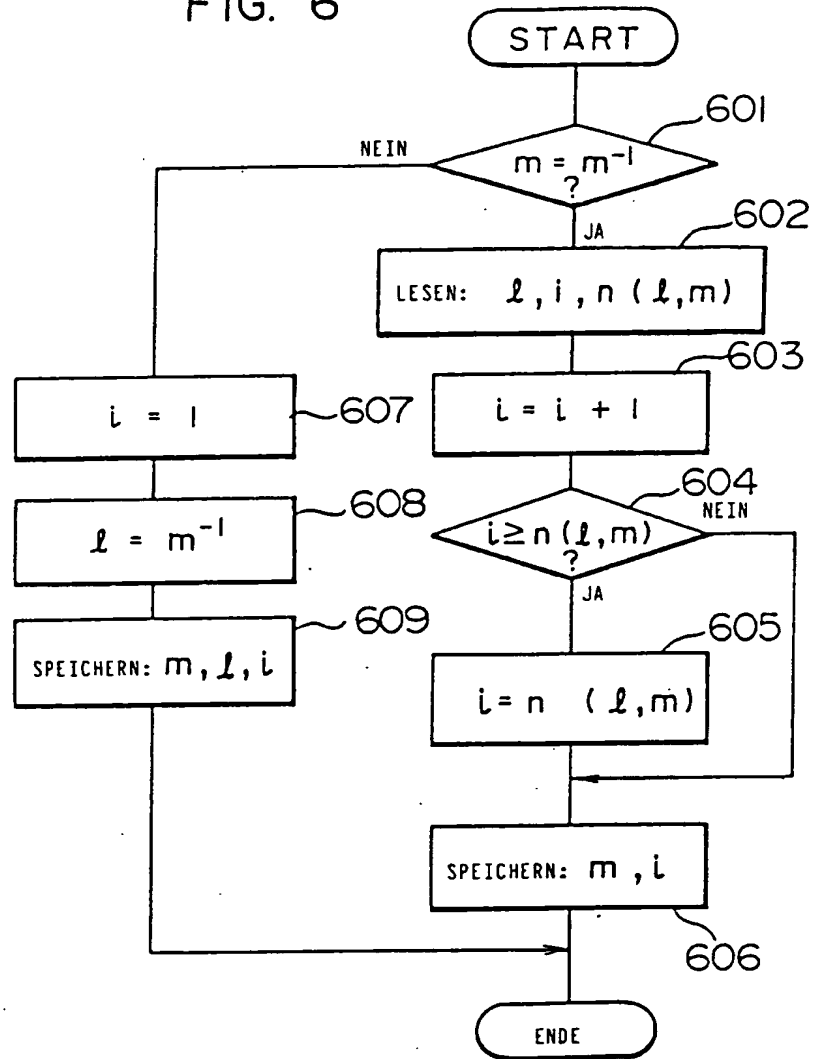
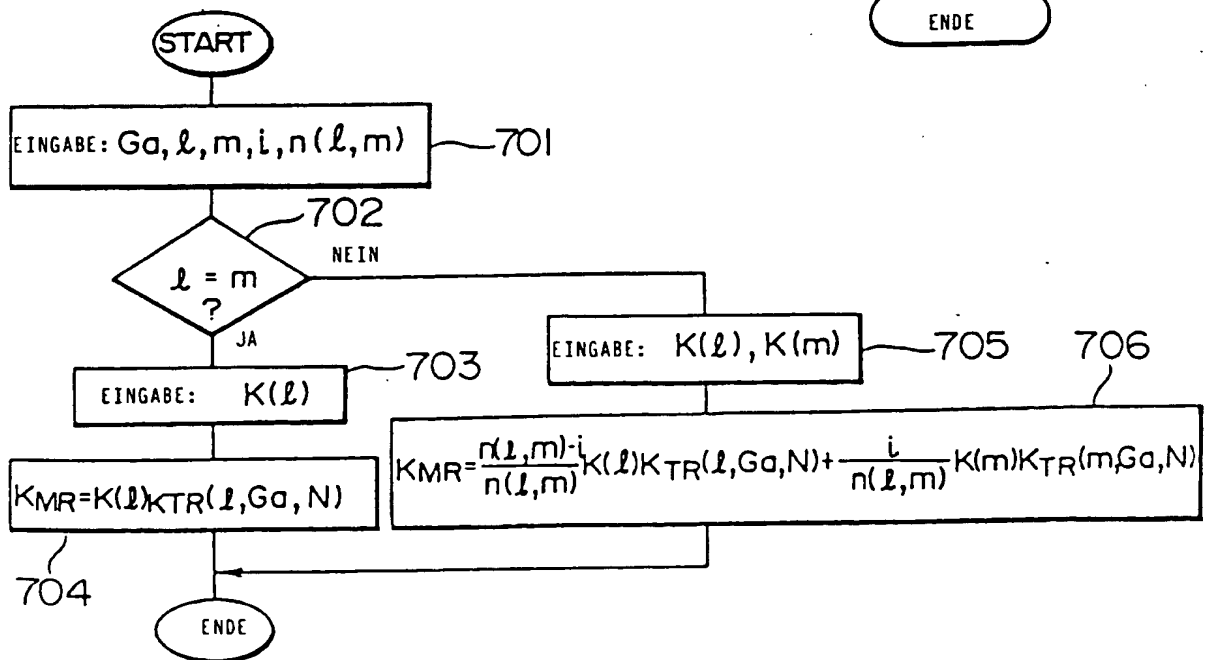


FIG. 7



7/7

FIG. 8

